

ОЦЕНКА КЛИМАТИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК ПОЛЕЙ ВЕТРА В КРЫМСКОМ РЕГИОНЕ С ВЫСОКИМ РАЗРЕШЕНИЕМ

Р.С. Робустова

Морской гидрофизический институт
НАН Украины
г. Севастополь, ул. Капитанская, 2
E-mail: n-rusana@yandex.ru

В статье приводятся результаты исследований среднегодовых полей ветра, а также среднемесячных и среднегодовых роз ветров в Крымском регионе за 1958-1997 гг. по данным модели PRECIS с разрешением 0,2°.

Введение. Проблема региональных климатических характеристик очень обширна. В данной статье будут выделены и рассмотрены только характеристики полей ветра.

Усредненные за большой промежуток времени величины модуля скорости ветра важны в связи с оценкой ветро-волнового потенциала. В настоящее время на Украине, в том числе и в Крыму, актуальна проблема производства электроэнергии на базе одного из возобновляемых источников энергии – энергии ветра.

В Европе, США и многих странах Азии ветроэнергетика интенсивно развивается уже на протяжении 10-15 лет, а освоение этого значительного потенциала в Украине находится на начальной стадии, что весьма недостаточно.

В основном российские и зарубежные работы по оценке ветро-волнового потенциала основаны на анализе данных метеостанций [1, 2]. Данный метод не вполне пригоден для Крымского региона в связи с небольшим количеством станций, пригодных для оценки климатических, т.е. долговременных характеристик полей ветра.

Поэтому в отделе «Взаимодействие атмосферы и океана» (ВАО) Морского гидрофизического института проводится анализ климатических характеристик на основании данных реанализа – численного анализа полей ветра предыдущих характеристик с использованием численной модели Had RM3H, выполненной в рамках между-

народного эксперимента PRECIS (Providing REgional Climates for Impacts Studies).

Данные. Модель Had RM3H была разработана в центре Гадлея в Великобритании. Данная модель позволяет рассчитывать детальные прогнозы изменения климата в заданном регионе [3]. Региональные климатические модели имеют большее пространственное разрешение в сравнении с глобальными климатическими моделями.

Входными данными модели являются данные европейского реанализа (ERA-40) с 1958 по 1997 годы с разрешением 1,25°. На выходе модели получаются данные за 40 лет с большим пространственным разрешением – 0,2°.

Для дальнейшего расчета характеристик полей ветра и построения роз ветров использовались выходные данные численного моделирования, такие как компоненты скорости ветра на 10 метрах, температура поверхности, поток тепла, высота шероховатости.

Исследуемая область: 31,5° – 36,7° в.д., 44,1° – 46,7° с.ш.

Для получения полей скоростей ветра на высоте 50 метров – примерной высоте мачт ветроэнергетических установок, данные модуля скорости ветра на 10 метрах были пересчитаны с использованием «теории подобия» Монины-Обухова [4]. Этот подход по сей день является основным необходимым методом расчета скоростей ветра в пограничном слое с учетом условий стратификации.

Для этих целей вводится масштаб длины Монины-Обухова L

$$L = \frac{-u_*^3 c_p \rho}{H \kappa \frac{g}{\theta}}, \quad (1)$$

где u_* – скорость трения; c_p – удельная теплоемкость воздуха; ρ – плотность воздуха; θ – потенциальная температура; H – поток тепла; g – ускорение свободного падения; κ – постоянная Кармана.

Тогда модуль скорости ветра на высоте 50 метров может быть вычислен по следующей формуле [4]

$$U_{50} = \frac{u_*}{\kappa} \left[\ln \frac{50}{z_0} - \psi' \right], \quad (2)$$

где z_0 – параметр шероховатости;

$$\psi = \begin{cases} -5 \frac{50}{L}, & L > 0 \\ 2 \ln \frac{1+x}{2} + \ln \frac{1+x^2}{2} - 2 \operatorname{arctg}(x) + \frac{\pi}{2}, & x = \left(1 - 16 \frac{50}{L}\right)^{\frac{1}{4}}, L < 0. \\ 0, & L = \pm\infty \end{cases} \quad (5)$$

Результаты. Рассмотрим в качестве иллюстрации полученных результатов несколько примеров.

Один из результатов работы – статистика изменчивости полей ветра по величине скорости ветра и по направлению ветра, так называемые розы ветров.

На рисунке 1 приведены сезонные розы

ветров для западного Крыма за 40-летний период.

Цветами на розах ветров обозначены плотности вероятностей скоростей ветра. В летние периоды (рисунок 1в) скорости ветра слабые, в основном до 10 м/с, лишь небольшую долю составляют скорости ветра в диапазоне 11 – 15 м/с.

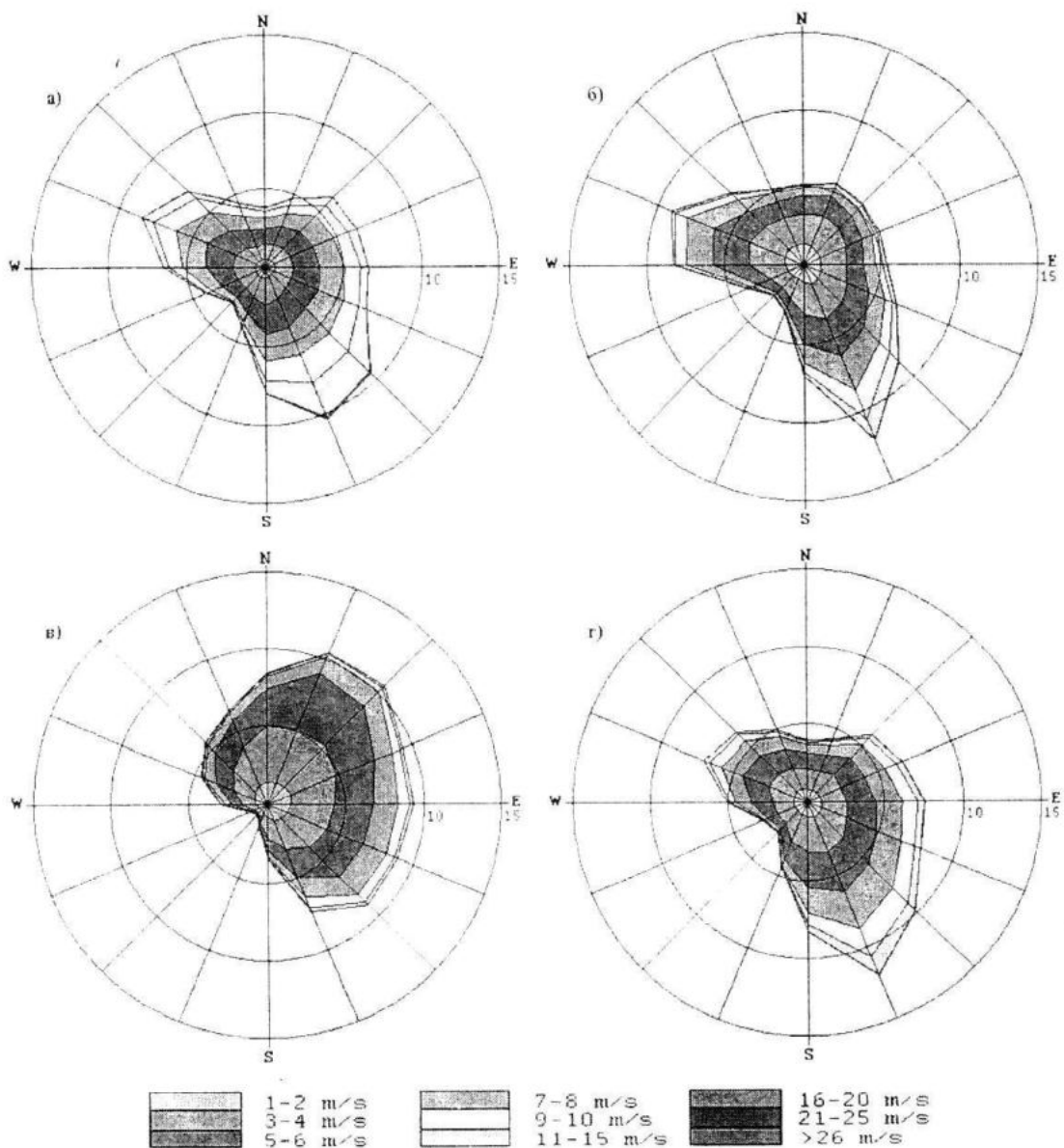


Рисунок 1 – Сезонные розы ветров для западного Крыма:
а) зима; б) весна; в) лето; г) осень

В весенние и осенние периоды (рисунки 1б и 1г) увеличивается количество значений скорости ветра в диапазоне 11 – 15 м/с, а в зимние периоды (рисунок 1а) еще более возрастает количество значений скорости ветра в диапазоне 11 – 15 м/с, появляются скорости ветра в диапазоне 16 – 20 м/с.

Как видно, доминирующими направлениями для западной части Крыма зимой, осенью и весной являются юго-восточные направления, а летом – северо-восточные.

Аналогичные розы ветров были построены для восточной, северной, южной и центральной областей Крымского региона.

На рисунке 2 представлена карта поля среднегодового модуля скорости ветра на высоте 50 метров за 1958 год. Как видно, максимальные значения скорости ветра – от 7,5 м/с и выше – достигаются в западной (район Черноморска) и восточной частях Крыма, на Керченском полуострове.

Аналогичные карты были построены для каждого года с 1958 по 1997. На всех построенных картах области максимальных значений приходится на указанные выше районы Крымского полуострова. Это подтверждает перспективность данных районов для развития ветроэнергетики.

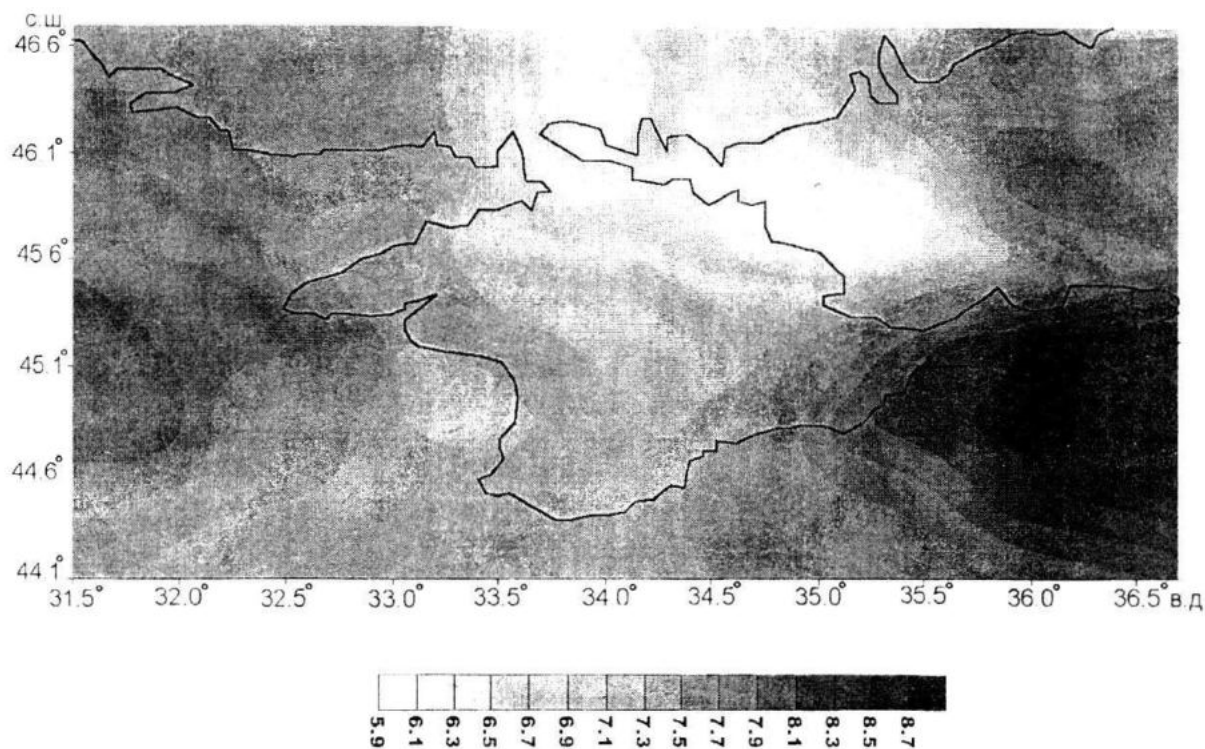


Рисунок 2 – Среднегодовой модуль скорости ветра на высоте 50 метров за 1958 г.

Заключение. Кроме представленных в статье примеров среднегодовых карт модуля скорости ветра на высоте 50 метров и сезонных роз ветров были построены среднемесячные и усредненные за 40-летний период карты модуля скорости ветра на высоте 50 метров, месячные розы ветров для 5 областей Крымского региона.

Результаты исследований будут обобщены и использованы для построения атласа ветро-волнового потенциала Крымского региона.

Литература

1. А.Н. Старков, Л. Ландберг, П.П. Безруких, М.М. Борисенко. Атлас ветров России. – М.: «Можайск-Терра», 2000. – 560 с.
2. D. Elliott, M. Schwartz, G. Scott, S. Haymes, D. Heimiller, R. George. – Wind Energy Resource Atlas of Mongolia. – 2001.
3. D. Elliott, M. Schwartz, G. Scott, S. Haymes, D. Heimiller, R. George. – Wind Energy Resource Atlas of Mongolia. – 2001.
4. Дж. Ламли, Г. Пановский. Структура атмосферной турбулентности. – М.: «Мир», 1966. – 264 с.